플라즈마를 이용한 오염지반 및 쓰레기 매립 지반의 정화

최근에 열처리에 의한 지반개량, 오염지반 정화, 쓰레기 또는 폐기물의 처리에 플라즈마(Plasma : 고온에서 기체가 에너지를 받아 고도로 이온화된 기체)기술이 적용되고 있다. 4,000℃이상의 온도에서 생성되는 플라즈마는 쓰레기 또는 폐기물, 오염된 흙을 용융시켜 원소화 한다. 이를 이용하여 서로 다른 쓰레기 또는 폐기물이 불규칙 또는 복잡하게 혼합된 오염원에 대하여 정화의 우선 순위 없이 오염된 지반 또는 쓰레기를 정화할 수 있다.

열처리에 의한 지반 개량은 1958년 Beles와 Stanculescu에 의해 연구 수행된 이후 1990년 Hausmann은 버너의 한정된 효율과 열을 이용하여 점토 물질의 용융 가능성을 연구하였고 1991년 Fleri는 이동 소각 장치를 이용한 환경 정화기술을 개발하였다. 그러나 이들 기술의 어려운 점은 높은 온도에서 자연 흙을 마그마와 같이 용융시킬때 기존의 열처리 방법으로는 이러한 높은 온도에 도달 하기가 어렵다. 더우기 자연 지반의 흙은 실리카와 알루미늄 산화물로 구성되어 있어 1,100℃에서 1,600℃ 범위의 온도에서만 용융되는 성질을 갖고 있다. 플라즈마 기술은 이러한 높은 온도를 발생시킬 수 있으므로 이를 이용하여 쓰레기 또는 폐기물로 오염된 흙의 정화에 적용할 수 있다.

• 플라즈마 기술

플라즈마는 고도로 이온화된 가스로 약 4,000℃에서 12,000℃사이에 존재한다. 이러한 온도에서 모든 지질적인 물질들은 용융 또는 증발된다. 또한, 플라즈마는 생성과정에서 전광을 방출하게 된다. 플라즈마 기술은 쓰레기 및 오염된 물질을 전멸하여 그들의 최초 구성 기초 성분으로 전환시키는데 이때 유기질은 열분해에 의해 파괴되고, 중금속과 무기질은 마그마내에 용융되고 그 마그마가 식어지면 고체의 유리질 화성암이 된다. 플라즈마는 전기적 작용에 의해 전환 또는 비전환된 전광의 형태로 발생된다. 폐쇄 용광로 시스템에서 플라즈마의 전광은 하나의 전극으로부터 다른 전극으로 직접 변환되고 폐쇄 용광로 시스템에 투여된 폐기물질은 전광의 경로에 놓이게 된다. 이때 유체와 가스는 기화되고 나머지 재료는 유리화된 고체로 된다.

직각으로 배열된 구멍에 흑연 전극봉을 설치하고 표면으로부터 전환된 전광을 발생시킴으로써 현

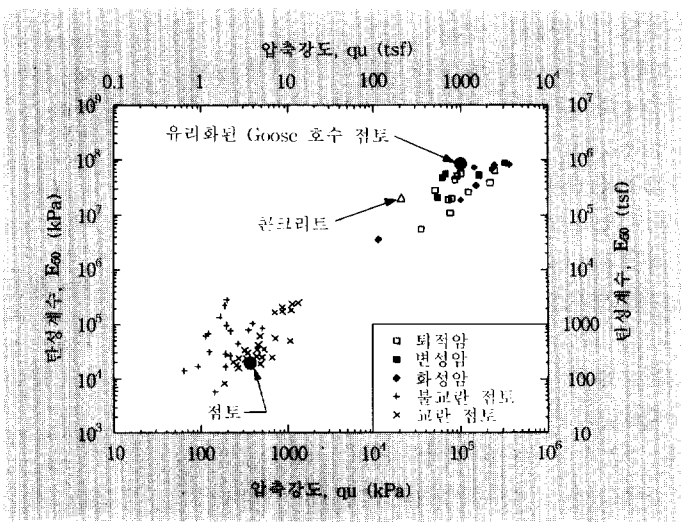

그림1. 유리화 전과 유리화 후의 Goose 호수의 점토 강도와 계수 비교

장 유리화(In-Situ Vitrification : ISV)를 수행할 수 있다. 가스는 흡입 시스템을 이용하여 수집하고 용융된 물질들은 전극봉사이에 설치한 수거용기에 모인다. 전극은 플라즈마 용융과정에서 녹아 없어진다. 플라즈마의 효율은 92% 정도이며 수냉식으로 아르곤, 산소, 크세논, 공기 등의 어떤 종류의 가스도 사용될 수 있다. 사용된 가스의 1/1,000만이 실질적으로 플라즈마로 전환되어진다. 플라즈마의 전광에 사용되는 전극봉의 수명은 약 500~800 시간 정도로 전극봉의 교체시간은 10분 정도이고 전극봉 교체후에도 다시 가동할 수 있다. 그리고 플라즈마 전광의 범위는 100kW에서 10MW이다. 이러한 전광 시스템은 야금과 폐기물 열 분해를 위해서 폐쇄 용광로 시스템에서 사용이 가능하다.

• 시뮬레이션 실험

최근 GIT(Georgia Institute of Technology)에서는 흙의 유리화 현장모형실험에서 100kW의 플라즈마 전광을 사용하였다. 이 실험에서 점토와 실트질 모래를 용융시켜 마그마로 만들었으며 마그마는 궁극적으로 화성암으로 변환된다. 실험에 사용된 플라즈마 전광은 특별히 고안된것으로 전극봉의 전극을 바꿀수 있고 원호를 회전시킬수 있도록 가스를 사용하였다. 이는 구멍의 아래에서 사용하도록 스테인레스 스틸의 원주 모양의 장비로 내부온도는 대략 평균 1,200℃이고 전광의 온도는 4,000℃에서 7,000℃까지 변화하도록 되어있다. 첫 실험은 점토 또는 모래로 가득 채워진 직경 1m, 높이 1m의 스틸 챔버의 중심부까지 플라즈마 전광을 설치하였다. 전력을 공급한 후 수분이내에 플라즈마 전광이 재료를 용융시키는데 이때 용융된 마그마가 35cm 넓이로 확장되었다. 시험후 2일 정도 지난 다음 챔버내에는 현무암의 얇은 셀에 의해 둘러쌓인 유리질 흑요석의 회전 타원체 코아를 발견할 수 있다. 플라즈마 전광의 실험에서 석면, 플라이애쉬, 슬러지, 방사성 폐기물과 기타 다른 물질의 유리화에도 성공하였다.

따라서, 플라즈마 기술은 오염지반, 쓰레기 또는 폐기물 등에 의한 오염된 지반을 정화시키는 방법으로 이용될 수 있다.

■ 자료 : Paul W. Mayne, "Plasma Vitrification of Contaminated Ground and Wastes," Geotechnical News, Dec. 1994

■ 자료제공 : **이용수** <지반연구실>

해외의 건축물 장수명화 전략의 추진동향

1. 추진배경

최근, 地球溫暖化의 주요한 요인中의 하나가 이산화탄소(CO_2)의 배출에 의한 것으로 밝혀지면서 이의 排出을 規制하는 움직임이 산업현장의 도처에서 다양한 형태로 추진되기 시작하였다. 국가산업의 중추적 역할을 맡고 있는 建築産業의 경우, 생산 및 최종 폐기단계는 물론 운용단계를 통해 발생된 環境負荷의 低減對策에 대해 귀추가 주목되고 있다. 이점에 대해 유럽 및 일본의 경우는 이미 예방보전 및 건축물의 長壽命化전략을 통해 환경부하의 저감을 꾀할 수 있는 해법을 찾고 있는 추세이다. 이는 또한 더욱 거세지고 있는 그린라운드(Green Round)에 대한 대응전략으로서의 중요성을 갖는 만큼, 건설시장의 개방시대에 진입한 우리로서도 이 분야에 대한 남다른 전략이 필요하다.

2. 建築物에 있어서 資源·에너지 消費構造와 環境負荷의 발생

건축물을 건설하고 운용하는데 수반되는 자원·에너지의 소비는 지구환경의 보전과 밀접한 관계에 있으며 특히 온난화의 지표가 되는 이산화탄소(CO_2)의 발생은 環境負荷에 상당한 비중을 차지하는 요소가 된다. 그림1에서는 건축물의 에너지 소비과정을 건설에서